

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

10/721.875

# 移動車輛搭載カメラを用いた都市空間の電腦映像化について

## Building Image-Based Cybercities by Using Vehicle-Mounted Cameras

○遠藤 隆明, 片山 昭宏, 田村 秀行  
Takaaki ENDO, Akhiro KATAYAMA,  
and Hideyuki TAMURA

(株)MRシステム研究所  
Mixed Reality Systems Laboratory, Inc.  
{endo, katayama, tamura}@mr-system.co.jp  
http://www.mr-system.co.jp

廣瀬 通孝, 渡辺 真二郎, 谷川 智洋  
Michitaka HIROSE, Shinjiro WATANABE,  
and Tomohiro TANIKAWA

東京大学 工学部  
Faculty of Engineering, The University of Tokyo  
{hirose, wasshin, tani}@ihl.t.u-tokyo.ac.jp  
http://ghidorah.t.u-tokyo.ac.jp

### 1. はじめに

コンピュータネットワークが形成する電腦空間内に、人が集い社会的営みを行う都市環境を構築する試みがなされている[1]。通常、この種の仮想都市の記述と表示には、従来からのCG技術が用いられている。しかし、幾何モデルをもとにしたCG表現には限界があるため、最近、実写画像に基づくImage-Based Renderingが注目を集めている[2]。

我々は、この新技術により電腦映像都市空間を構築することを計画している。ここで、「丸ノ内」、「みなとみらい」といった規模の街の任意の景観を画像データとして表現するには、従来にはない撮影方法や画像再構成手法が必要となる[3][4]。

WWWサイトの検索には、広大な情報空間内をソフトウェア・ロボット(エージェント)が探索して情報を収集するのに対し、この場合は、現実世界の都市空間を物理的なカメラがサンプル画像を収集して廻ることになる。将来、自律走行できるロボットが自らの判断で撮影計画を立て、獲得した画像群を送信してくることも考えられるが、まず我々の計画の第一歩としては、複数のカメラを搭載した自動車を運転し、位置・姿勢データ付きの映像を収集する方法を採る。

本稿では、計画の概要と、車載カメラや位置・姿勢センサ等を用いて試作した撮影システムについて述べる。

### 2. 電腦映像都市空間構築計画の概要

我々の計画は、以下の4つの構成要素からなる(図1)。  
[データ撮影]

「丸ノ内」、「みなとみらい」といった規模の街を撮影するシステムを作成する。撮影する街並みは広域にわたるため、移動ベースとして自動車を使用する。

画像再構成の素材となる画像は、光や影の状態が変化しない程度に短時間で多数撮影する必要があるため、デジタルスチルカメラや銀塩カメラではなくビデオカメラを使用する。カメラは複数台を水平方向に放射状に配置し、見回し方向の自由度を確保する。カメラの相対位置関係は画像を用いるなどしてキャリブレーションする。将来的には全天周の撮影を目指す。

画像再構成の際の手掛かりとして、カメラの正確な位置および姿勢の情報が必要である。位置センサとしてGPS、姿勢センサとしてジャイロセンサを使用する。

#### [データ補正]

画像処理により、カメラレンズの歪み補正や、複数のカメラ間の輝度やホワイトバランスのばらつきの補正を行う。

またセンサフュージョンにより、位置・姿勢データの誤差を補正する。具体的には、

1. ジャイロセンサからの出力データに含まれるドリフト成分を、地磁気方位センサからの出力データにより補

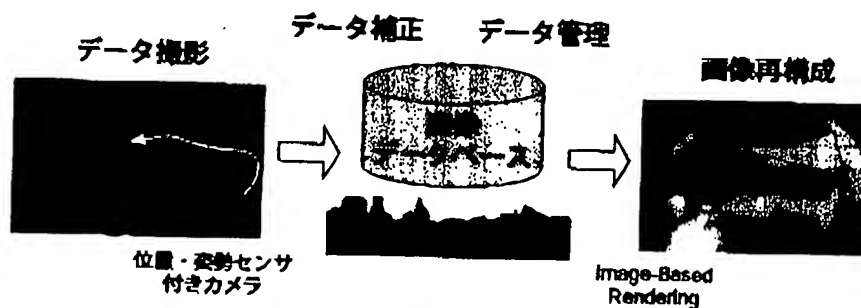


図1 電腦映像都市空間構築計画

正する。

1 GPSやジャイロセンサからの出力データに含まれる誤差を、画像に基づいて補正する。

なお画像上の邪魔な物体や影の除去方法も検討する。

#### [データ管理]

撮影によって得られた画像データと位置・姿勢データを対応付け、グラフィックスワークステーション上に画像データベースを作成する。

撮影データには膨大な情報量が含まれるため、データ圧縮方法を検討する。そして、圧縮されたデータのリアルタイム伸張・表示方法も検討する。

#### [画像再構成]

画像データをそのまま再生するのでは、撮影者の追体験をするに過ぎない。任意の景観を表現するためには、画像から幾何モデルを復元してレンダリングする方法も考えられるが、現在の技術では正確な形状の復元は困難である。また幾何モデルを使用する場合、街並み全体の表現には膨大な数のポリゴンが必要となり、リアルタイム描画は困難である。

そこで我々は、画像データベースをもとに、Image-Based Rendering 技術を用いて任意の景観を画像データとして表現する方法を採る。具体的な手法として、Morphing や光線空間理論の応用を検討している。

### 3. 撮影システム

上述の計画実現に向けた第一段階として、データ撮影システムを試作した(図2)。

移動のベースとなる自動車にはトヨタ社製の NOAH Field Tourer を使用した。

ビデオカメラには SONY 社製の DCR-VX1000 を7台使用し、見回し方向の自由度を確保した。前方および側方の計6台はカメラのレンズ中心がなるべく近接するように配置した。なお、後方のカメラは離れた位置に配置しても良い。なぜなら自動車は前方に移動するので、数フレーム後の画像を利用すれば、レンズ中心が近接するように配置した場合と同等と見なせるからである。今回、カメラは物理的な計測に基づきなるべく正確に配置した。

GPSには Trimble 社製の 4400 を使用した。これは、位置測定精度が±3cm 程度で、5Hz サンプルングが可能なのである。またジャイロセンサにはデータ・テック社製の GU-3020 を使用した。これは振動ジャイロと加速度センサを各々3個使用したもので、ピッチ角およびロール角は±0.5 度以内、ヨー角は±0.9 度以内の精度で 60Hz サンプルングが可能である。ドリフト補正用の地磁気方位センサには TOKIN 社製の TMC-2000 を使用した。

画像データと位置・姿勢データを後処理で統合するた



図3 撮影システム

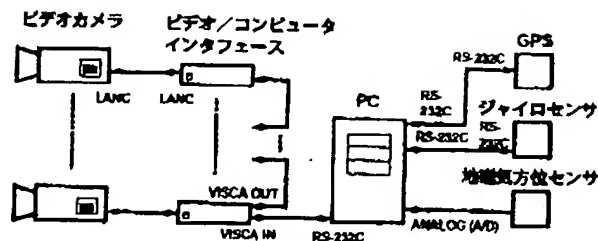


図2 機器構成図

めに、撮影時に各カメラ、GPS、ジャイロセンサ、地磁気方位センサからの出力データを対応付ける必要がある。そこで、ビデオカメラのタイムコード、GPS、ジャイロセンサ、地磁気方位センサのデータを PC (Pentium Pro 200MHz) で同時にロギングした(図3)。このデータをもとに、タイムコードをインデックスとして画像データと位置・姿勢データを対応付け、画像データベースを作成することが可能である。

### 4. むすび

電脳映像都市空間の構築計画の概要を述べた。計画の第一歩として、自動車にカメラおよび位置・姿勢センサを搭載したデータ撮影システムを試作した。

今後、電脳映像都市空間の構築に向けて、データ補正、データ管理、画像再構成の検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 廣瀬：電脳都市の誕生，PHP 研究所 (1996)
- [2] Chen, S.E.: QuickTime VR - An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation, Proc. SIGGRAPH 95, pp.29-38 (1995)
- [3] 廣瀬, 渡辺, 宮田：実画像を用いた広域3次元空間構築に関する研究, Design and System Conference 96, pp.159-162 (1996)
- [4] 廣瀬, 渡辺, 遠藤：実写画像を用いた広域仮想空間構築のための車載型撮影装置開発と画像補間手法に関する考察, Human Interface News and Report, Vol.12, No.2, pp.157-162 (1997)